

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-236093

(43) 公開日 平成7年(1995)9月5日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/335	P			
A 6 1 B 6/00				
G 0 6 T 1/00				

9163-4C

A 6 1 B 6/ 00

3 0 3 F

G 0 6 F 15/ 64

4 0 0 E

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-22797

(22) 出願日 平成6年(1994)2月21日

(71) 出願人 000221214

東芝メディカルエンジニアリング株式会社  
栃木県大田原市下石上1385番の1

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 永井 清一郎

栃木県大田原市下石上1385番の1 東芝メ  
ディカルエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 西木 雅行

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会  
社東芝那須工場内

(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

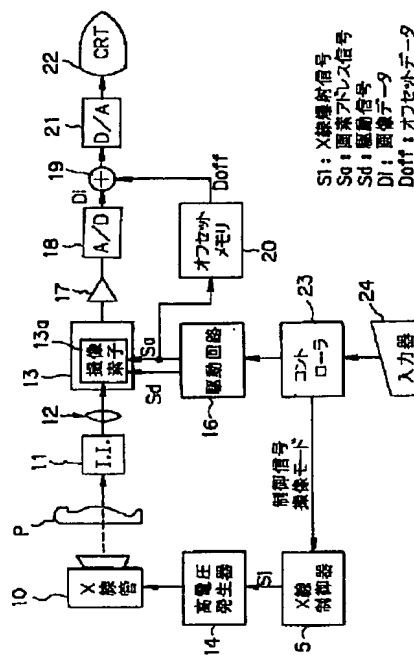
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【目的】 固体撮像素子の暗電流に起因したオフセット量を高精度に補正し、補正残しや補正ばらつきを減らすと共に、分解能の高い像を得る撮像装置を提供。

【構成】 撮像した光学像に対応した画像データ出力する固体撮像素子13aを備えた。固体撮像素子13aの画素毎の暗電流に起因したオフセット量を補正するための予め測定された補正データを記憶する記憶手段(オフセット・メモリ20)と、この記憶手段に記憶された補正データに基づいて固体撮像素子13aの画像データを画素毎に補正するオフセット補正手段(駆動回路20、加算器19)とを備えた。さらにオフセット補正量を撮像時間、固体撮像素子の温度、画素値、画素位置などに応じて変更する。画素値が大きい場合、画素値自体の置換も加える。アナログ量のままオフセット補正を行う。さらに補正データの特性に画素値依存域があるか否かに応じて補正やデータ変更の態様を使い分ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像した光学像に対応した画素値から成る画像データを出力する固体撮像素子を備えた撮像装置において、上記固体撮像素子の画素毎の暗電流に起因したオフセット量を補正するための予め測定された補正データを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正データに基づいて上記固体撮像素子からの画像データを画素毎に補正するオフセット補正手段とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存する画素値依存域を有し、その補正データは当該撮像装置の使用時よりも前に測定され且つ記憶されたデータである請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】 前記補正データは、前記画素値依存域以外の領域に対応した画素値の光量を前記固体撮像素子に入射させて測定されたデータである請求項2記載の撮像装置。

【請求項4】 前記光学像を前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間、前記固体撮像素子の温度、前記画像データの画素値、及び前記画素の位置の各パラメータの内、少なくとも1つ又は複数の組み合わせに基づいて前記補正データを変更する補正データ変更手段を付加した請求項3記載の撮像装置。

【請求項5】 前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項6】 前記画像データを置換する必要があるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項7】 前記オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換するD/A変換器と、このD/A変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えるとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換するA/D変換器を備えたことを特徴とする請求項4、5又は6記載の撮像装置。

【請求項8】 前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存しない特性であり、且つこの補正データは光学像を固体撮像素子の入射させない状態で測定された暗時出力データである請求項1記載の撮像装置。

【請求項9】 前記暗時出力データは撮像時の直前のフレーム期間にて測定されたデータであり、前記光学像を

前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間に基づいて上記暗時出力データを変更する補正データ変更手段を付加した請求項8記載の撮像装置。

【請求項10】 前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項9記載の撮像装置。

【請求項11】 前記画像データを置換する必要があるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加したことを特徴とする請求項9記載の撮像装置。

【請求項12】 前記オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換するD/A変換器と、このD/A変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えるとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換するA/D変換器を備えたことを特徴とする請求項9、10又は11記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、X線診断装置などに使われる撮像装置に係り、とくに光学像を撮像する撮像素子としてCCD (Charge Coupled Device) などの固体撮像素子を用いた撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の撮像装置を搭載した機器として、例えば医用のX線透視装置がある。このX線透視装置では、被検体を透過してきたX線がイメージ・インテンシファイヤ (I. I.) で光信号に変換され、この光信号が撮像装置に入射される。撮像装置では、そのTVカメラの固体撮像素子により、光信号が電気信号に変換される。そして、この撮像装置から出力された電気信号に基づきモニタに透視像が表示されるようになって

いる。

【0003】固体撮像素子では、受光部に配置される受光素子の内、被写体像を実際に光電変換させる有効画素領域と、光学的黒 (オプティカルブラック) と称する、遮光された画素領域とを有している。この光学的黒の画素領域からは暗電流が出力される一方で、有効画素領域からの暗電流はそのままオフセット分として有効画素領域の各画素の出力電流に重畳されるので、このオフセットを補正する必要がある。

【0004】このオフセット補正には種々の手法がある。その一つとして、暗時画像から暗時出力が一定レベ

ル以上である欠陥（傷）画素の位置を予め検出し、その欠陥画素の画素値を隣接画素の画素値で置換する手法がある。また、別の手法として、例えば、特開平2-164184号公報記載の如く、光学像を固体撮像素子に入射させないタイミングで暗時出力をメモリに記憶させ、この記憶値を光学像入射時の固体撮像素子の出力から差し引き、これにより画素毎のオフセット補正をデジタル処理で行う手法も知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のオフセット補正には以下のような種々の未解決の問題があった。

【0006】まず、隣接画素の画素値で置換する手法では、欠陥画素が暗電流のばらつきに起因する場合、固体撮像素子の温度が高い状態で使用したり、撮像時間の長い撮像モードで使用する（すなわち、光蓄積時間が大きい）と、欠陥画素の数が必然的に増えるため、単なる画素値の置換では不十分で、補正残しが多くなり、画像の空間解像度が劣化するという問題があった。また、暗電流以外の成分は正常な信号分であるにも関わらず、その正常な信号情報を置換により捨てていたことになり、画像から得られる情報量が減少するという問題があった。

【0007】一方、暗時出力を光入射時の出力から差し引く手法にも、補正精度が低いなど、以下の不都合が残されていた。

【0008】まず、画素毎の補正量が画素値に依存する固体撮像素子を使用している場合、画素アドレス毎の画素値特性は図21のように表される。同図では、横軸に画素アドレスをとり、縦軸に画素値をとるとともに、温度や光蓄積時間などの条件を条件1から条件2に変えると、画素値の平均レベルがグラフ1からグラフ2に変化する様子を示している。これにより、画素毎の変分も変分1から変分2に変化（例えば大きくなる）している。この固体撮像素子に対する補正特性は通常、図21記載のグラフのように表される。横軸に画素値（＝光の強さの平均レベル）、縦軸に変分（＝補正量）をとり、ある画素の「画素値－変分」特性を表している。この特性から分かるように、画素値＝0（即ち、暗時出力）からある値P<sub>Vd</sub>までの範囲（画素値依存域R<sub>p</sub>）では、変分値もある初期値から徐々に増加し、画素値P<sub>Vd</sub>以降では変分値が一定となっている。このような特性を示す固体撮像素子の場合、画素値依存域R<sub>p</sub>では暗時出力と補正量が異なるため、画素値依存域R<sub>p</sub>に入る入射光レベルのときに、正確なオフセット補正を行うことができないという不都合がある。

【0009】一方、上述したように、画素毎の補正量が画素値に依存しない、つまり図22における画素値依存域R<sub>p</sub>が無いフラットな特性の固体撮像素子を使用する場合でも、撮像モードに応じて撮像時間が変わるため、必要な補正量も変わる。しかし、上述のように暗時出力

である一定値の補正量を差し引くだけでは、正確に補正できない。すなわち、撮像モードに応じて撮像素子の光蓄積時間が変わり、画素毎の補正量はその光蓄積時間に依存するが、暗時出力の蓄積時間は撮像時の蓄積時間と必ずしも一致しないため、正確な補正量を得ることができないからである。

【0010】さらに、特開平2-164184号公報記載のように、デジタル処理でオフセット補正を行う場合、各画素の補正量（正又は負）にもビット長を割り当てる必要があるため、画素値に有効なビット長（ダイナミックレンジ）が減少する。例えばダイナミックレンジが4096（＝12ビット）で補正量＝－100であるとする、有効なビット長は、4096－100＝3996となってしまう。

【0011】この発明は、上述した従来技術の問題に鑑みてなされたもので、撮像素子の温度が高い状態で使用したり、撮像時間が長い場合でも、補正残し（補正ばらつき）を減らし、空間解像度の劣化を防止できるようにすることを第1の目的とする。また、画像から得られる情報量の減少を防止することを第2の目的とする。さらに、画素毎の補正量が画素値に依存するタイプの固体撮像素子を使用する場合でも、精度の高いオフセット補正を行うことを第3の目的とする。さらにまた、画素毎の補正量が画素値に依存しないタイプの固体撮像素子を使用する場合で、撮像時間が変わる場合でも、より正確なオフセット補正を行うようにすることを、第4の目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成させるため、この発明に係る撮像装置では、撮像した光学像に対応した画素値から成る画像データを出力する固体撮像素子を備える。さらに、上記固体撮像素子の画素毎の暗電流に起因したオフセット量を補正するための予め測定された補正データを記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された補正データに基づいて上記固体撮像素子からの画像データを画素毎に補正するオフセット補正手段とを備えたことを要部とする。

【0013】とくに、請求項2～4記載の発明に係る撮像装置では、前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存する画素値依存域を有し、且つこの補正データは当該撮像装置の出荷時に測定されたデータである。例えば、前記補正データは出荷時に、前記画素値依存域以外の領域に対応した画素値の光量を前記固体撮像素子に入射させて測定されたデータである。また、前記光学像を前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間、前記固体撮像素子の温度、前記画像データの画素値、及び前記画素の位置の各パラメータの1つ又は複数の組み合わせに基づいて前記補正データを変更する補正データ変更手段を付加した。

【0014】とくにまた、請求項5記載の発明に係る撮

像装置では、前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。また、請求項6記載の発明に係る撮像装置では、前記画像データを置換する必要のあるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。

【0015】とくにまた、請求項7記載の発明に係る撮像装置では、前記オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換するD/A変換器と、このD/A変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えるとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換するA/D変換器を備えた。

【0016】一方、請求項8、9記載の発明に係る撮像装置では、前記補正データの画素値に対する特性は画素値に依存しない特性であり、且つこの補正データは光学像を固体撮像素子の入射させない状態で測定された暗時出力データである。例えば、前記暗時出力データは撮像時の直前のフレーム期間にて測定されたデータであり、前記光学像を前記固体撮像素子に入射し続ける撮像時間に基づいて上記暗時出力データを変更する補正データ変更手段を付加した。

【0017】とくに、請求項10記載の発明に係る撮像装置では、前記補正データ変更手段により変更された補正データが基準値を越えるか否かを画素毎に判断する判断手段と、この判断手段により上記補正データが基準値を越えると判断されたとき、その判断対象の画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。また、請求項11記載の発明に係る撮像装置では、前記画像データを置換する必要のあるアドレスを予め記憶させた置換アドレスメモリ手段と、前記固体撮像素子による撮像対象の画素位置が上記置換アドレスメモリ手段に記憶させた置換アドレスに一致するとき、その画素の画素値をその近傍の画素の画素値から求めた画素値に置換する置換手段とを付加した。

【0018】また、請求項12記載の発明に係る撮像装置では、オフセット補正手段は補正データをアナログ量に変換するD/A変換器と、このD/A変換器のアナログ量の変換データと前記固体撮像素子のアナログ量の画像データとを加算する加算器とを備えるとともに、この加算器の加算結果をデジタル量に変換するA/D変換器を備えた。

【0019】

【作用】請求項1～3及び8記載の発明では、予め測定

された画素毎の補正データに基づいてオフセット補正が行われる。このとき、補正データは、画素値依存域を有する補正量特性の固体撮像素子の場合、出荷時にその領域外に対応した入射光量で収集されるし、画素値依存域が無い補正量特性の固体撮像素子の場合、暗時出力が補正データとして収集される。このように補正量特性に応じて、収集時期及び収集状態を変えるので、簡単な構成ながら、精度の高いオフセット補正が行われる。

【0020】また、請求項4～6、10、11記載の発明では、撮像時間、固体撮像素子の温度、画素値、画素位置の各パラメータの内、任意の一つ又は任意の組み合わせで補正量を変更する態様、又は/及び、画素値が所定レベル以上あるとき（又は、撮像画素の位置が予め測定してある置換アドレスになったとき）には画素値自体を置換する補正を付加する態様が採られるので、補正ばらつきや補正残しを減らして、一層高精度なオフセット補正になるし、またアーチファクトを低減できる。

【0021】さらに、請求項7及び12記載の発明では、アナログ量のままオフセット補正を行い、その後、デジタル量に変換されるので、A/D変換器のダイナミックレンジが広がる。

【0022】さらに、請求項9記載の発明では、画素値依存域が無い場合、撮像の直前に収集した暗時出力データ（補正データ）を撮像時間に基づいて変更するので、固体撮像素子の温度変化を取り込んだリアルタイムな補正データとなり、そのような温度変化がオフセット補正に与える影響を配慮しなくても済む。

【0023】

【実施例】以下、図面を参照しながら、この発明の実施例を説明する。なお、以下の実施例はこの発明に係る撮像装置を医用のX線診断装置に適用したものであるが、医用の内視鏡装置など、他の機器に適用することは勿論可能である。

【0024】（第1実施例）第1実施例を図1に基づいて説明する。

【0025】図1に示すX線診断装置は、X線を被検体Pに向けて曝射するX線管10と、被検体を透過してきたX線を受けるイメージ・インテンシファイヤ（以下、「I. I.」と呼ぶ）11とを備えるとともに、I. I. 11の出力側に設けた光学系12及びTVカメラ13を備えている。TVカメラ13は、この実施例ではCCDから成る受光素子を、各画素に対応して2次元に配列した固体撮像素子13aを備えている。

【0026】X線管10は高電圧発生器14を介してX線制御器15に接続されており、X線制御器15から出力されるX線曝射信号S1に応答してX線を曝射可能になっている。またI. I. 11は被検体Pを透過してきたX線を入力し、そのX線を光学像に対応した光信号に変換するもので、光信号はレンズなどから成る光学系12を介してTVカメラ13の固体撮像素子13aに照射

される。固体撮像素子13aに照射された光信号は、各画素に対応した受光素子夫々において対応する電気量の画像信号に変換される。固体撮像素子13aは駆動回路16から送られてくる駆動信号Sd及び画素アドレス信号Saを受けて上述の光-電気変換を行う。

【0027】TVカメラ13の出力側はさらに、増幅器17及びA/D変換器18を介して2入力の加算器19の一方の入力端に接続されている。これにより、TVカメラ13から出力された画像信号は増幅後、A/D変換されてデジタル量の画像データDiとなって加算器19

10 に入力する。  
【0028】一方、加算器19のもう一方の入力端はオフセット・メモリ20の出力側に接続され、このオフセット・メモリ20の入力側には前述した駆動回路16からの画素アドレス信号Saが入力するようになっている。オフセット・メモリ20には、固体撮像素子13aの画素毎に決まる補正量としてのオフセット・データDoff（画素毎に正又は負の値）を事前に記憶させてある。このオフセット・データDoffは、暗時出力を補正するためのもので、予め装置の出荷時など、装置の使用

20 時よりも前に収集され、記憶されている。なお、オフセット・データの収集時において、固体撮像素子13aの「補正量-画素値」特性に、図22に示すような補正量（=変分）が画素値に依存する画素値依存域Rpがある場合、この画素値依存域Rpを避ける画素値の光学像を固体撮像素子13aに入射させて収集を行う。

【0029】オフセット・メモリ20は画素アドレス信号Saにより指定されたアドレスのオフセット・データDoffを、固体撮像素子13aからの画像データDiの到来に同期させて、加算器19に出力するようになっている。

【0030】これにより、加算器19は2つの入力データを加算し、加算データを後段のD/A変換器21を介してTVモニターであるCRT（陰極線管）22に送るようになっている。この結果、CRTにてX線透視像がリアルタイムに表示される。

【0031】さらに、このX線診断装置にはX線制御器15や駆動回路16を通じて装置全体を管理するコントローラ23及びそのコントローラ23に必要な情報を手

40 入力させるための入力器24が設けられている。  
【0032】このように本実施例では、X線管10からX線を曝射させてX線透視像を得る一方で、画素値依存域Rpを持たない固体撮像素子13aには暗時出力を、また画素値依存域Rpを持つ固体撮像素子13aにはオフセット出力値を予め画素毎に測定しておき、この測定値をオフセット・データDoffとする。そして、固体撮像素子13aから出力された画像データDiにそのオフセット・データDoffを画素毎に加算（オフセット・データDoffが正のとき）又は減算（オフセット・データDoffが負のとき）して自動的にオフセットを補正す

る。この結果、画素値依存域Rpの有無に関わらず、実際の暗電流を相殺するのに必要なオフセット・データを画素毎に良好に取得でき、オフセット量を高精度に補正できるとともに、オフセット補正における画素間のばらつきを良好に解消することができる。これによって、画像の分解能は低下せず、画像のS/N比を向上させることができる。

【0033】（第2実施例）第2実施例を図2及び図3に基づいて説明する。なお、上記実施例と同一又は同等の構成要素には同一符号を付して説明を簡略化又は省略する（第3実施例以降についても同様とする）。

【0034】この第2実施例は、撮像時間（光学像を固体撮像素子に入射し続ける時間）をも考慮したものである。

【0035】第2実施例に係るX線診断装置は図2に示すように、第1実施例における図1のオフセット・メモリに代えて、オフセット・データ生成回路30を設けるとともに、このオフセット・データ生成回路30に駆動回路16から画素アドレス信号Saを、またコントローラ23から撮像時間情報Stimeを供給させる。このため、コントローラ23は入力器24を介して指定される撮像モード（透視モード/撮影モード（長時間露光モード/短時間露光モード））に応じて、予め記憶している撮像時間データを参照し、撮像時間情報Stimeを供給する。

【0036】オフセット・データ生成回路30は具体的には図3に示すように、撮像時間情報Stimeを受ける係数メモリ31と、この係数メモリ31のメモリ読出し側に、一方の入力端を接続させた2入力の乗算器32と、画素アドレス信号Saを受けるオフセット・メモリ33とを備え、そのオフセット・メモリ33の読出し側を乗算器32の他方の入力端に接続している。乗算器32の出力端は前記第1実施例と同様に加算器19の一方の入力端に接続されている。

【0037】オフセット・メモリ33には第1実施例と同様にして収集された画素毎のオフセット・データDoff\*が事前に格納されている。このため、オフセット・メモリ33は画素アドレス信号Saで指定されるアドレスに対応したオフセット・データDoff\*を乗算器32に出力する。一方、係数メモリ31は撮像時間の長短に対応した係数を予め格納しており、撮影時間情報Stimeに図4の如く対応した係数Ctimeを読み出し、乗算器32に出力する。つまり、入力器24から撮像モードの切り換えを指令した場合、撮影時間情報Stimeも切り換わり、係数Ctimeも撮影時間の長短に対応した値に自動的に変更される。

【0038】このようにして生成されたオフセット・データDoff\*及び係数Ctimeを受けた乗算器32は、「Doff = Doff\* × Ctime」の乗算を行い、最終的なオフセット・データDoffを画素毎に演算する。このオ

フセット・データDoffは加算器19において画素データDiに加算され、前述と同様のオフセット補正に付される。

【0039】したがって、この実施例によれば、X線透視時に、暗電流に起因したオフセット補正を画素毎に、且つ撮像時間の長短を考慮して行うので、長時間露光モードなどの長時間の撮影時間であっても、また短時間の撮影時間であっても、光蓄積時間の長短に影響されない、補正ばらつきの少ない高精度なオフセット補正を行うことができる。

【0040】なお、この実施例におけるオフセット・データ生成機構は、図5に示すように構成してもよい。つまり、オフセット・メモリ回路34のオフセット・メモリに、予め撮像時間の長短に対応して選択可能な複数フレーム分のオフセット・データを格納しておき、撮影時間情報Stime及び画素アドレス信号Saに応じたオフセット・データDoffを画素毎に直接、読出しできるようにしたものである。

【0041】(第3実施例)第3実施例を図6～図8に基づいて説明する。

【0042】この第3実施例は、固体撮像素子の動作温度をも考慮したものである。

【0043】図6に示すX線診断装置のTVカメラ13には、固体撮像素子13aの温度を検知する温度センサ39を設けている。この温度センサ39は例えばサーミスタ、熱電対、半導体センサで成り、固体撮像素子13aの例えば近傍に配置されている。これにより、温度センサ39は固体撮像素子13aの動作温度にほぼ対応する温度検知信号(例えば抵抗値の変化)Ctempをコントローラ23に出力する。

【0044】コントローラ23は、X線曝射に関する制御を行う一方で、上記温度検知信号Ctempを定期的に入力し、通常、徐々に変化する固体撮像素子13aの動作温度を例えばテーブル・ルックアップにより演算し、演算結果に対応した素子温度情報Stempをオフセット・データ生成回路40に出力する。

【0045】このオフセット・データ生成回路40は前述と同様に図7に示す如く、係数メモリ41、乗算器32、オフセット・メモリ33を備えている。係数メモリ41は固体撮像素子13aの動作温度の大小に対応した係数Ctemp(図8参照)を予め記憶しており、入力した素子温度情報Stempの温度値に応じた係数Ctempを乗算器32に出力する。オフセット・データ生成回路40には画素アドレス信号Saも同様に供給されている。このため、オフセット・データ生成回路40では素子温度情報Stemp及び画素アドレス信号Saに基づき、第2実施例と同様に、オフセット・データDoffが生成される。

【0046】したがって、時々刻々変わる固体撮像素子13aの動作温度が逐一、測定され、この温度値に応じた補正分も加味されたオフセット補正が画素毎に実施さ

れる。この結果、固体撮像素子13aの動作温度が素子自体の動作時間の増大や環境温度の上昇に拠って上がる場合でも、そのような温度変化に起因したオフセット補正の精度低下を防止でき、補正ばらつきの少ない高精度なオフセット補正を維持して、高品質の透視画像を得ることができる。

【0047】なお、上記オフセット・データ生成回路40は係数メモリ41とオフセット・メモリ33とを併設する構成としたが、図5記載のものと同様に、温度毎に異なる複数フレーム分のオフセット・データDoffを格納したオフセット・メモリ回路を装備し、このオフセット・メモリ回路に素子温度情報Stemp及び画素アドレス信号Saを供給するようにしてもよい。

【0048】(第4実施例)さらに、第4実施例を図9～図11に基づき説明する。

【0049】この第4実施例は、固体撮像素子に入射する光量、すなわち画素値を加味し、より適正なオフセット補正を行おうとするものである。固体撮像素子の種類によっては、図22に示すように、画素値に応じて適正な補正量(画素値の変分：図21参照)が変化するものがある。固体撮像素子上での電荷の転送過程においては電荷の転送残しが生じるが、この転送残しの程度は、転送する電荷の量に依存するので、上記のように補正量が変わるのである。

【0050】この補正量の変化に対応すべく、図9記載のX線診断装置はオフセット・データ生成回路50を備え、この生成回路50に、駆動回路16から画素アドレス信号Saを前述と同様に入力させるとともに、TVカメラ13の出力をデジタル量に変換するA/D変換器18の出力を画素値情報Spxとして入力させている。

【0051】オフセット・データ生成回路50は図10に示すように、画素値情報Spxを供給させる係数メモリ51、画素アドレス信号Saを供給させるオフセット・メモリ33、及び両メモリ51、33の読出しデータを掛ける乗算器32を備え、この乗算器32の乗算結果Doffを前述の実施例と同様に加算器19に供給するようになっている。係数メモリ51は図11に示す如く、指定された画素値情報Spx(入射光量)に対応した係数Cpxを(例えば、画素値が大きくなると係数Cpxも大きくなり、反対に画素値が小さくなると係数Cpxも小さくなる)を出力する。

【0052】このため、オフセット・データ生成回路50から加算器19に供給されるオフセット・データDoffは画素値に応じて画素毎に修正されているので、加算器19の出力「Di + Doff」も画素値に応じて修正される。したがって、暗電流に起因したオフセット補正が、画素値を考慮して実施されるので、補正ばらつきの少ない高精度なオフセット補正が実施される。

【0053】(第5実施例)さらに、第5実施例を図12及び図13に基づいて説明する。

【0054】この第5実施例は固体撮像素子の各画素の位置を考慮したものである。画素の位置に応じて、各画素毎の適正な補正量が変わる。これは、撮像素子上での電荷の転送過程にて電荷の転送残しが生じるが、この転送残しの程度は転送経路の長さにより変わること起因する。

【0055】この実施例のX線診断装置は図12に示すように、画素アドレス信号Saを受けて、その画素アドレスを転送経路長TLに換算する経路長換算回路60と、換算した転送経路長TLに対応した補正量Doffを出力するオフセット・メモリ61とを備えている。オフセット・メモリ61は、図13に示す如く、転送経路長TLが長くなればなるほど減少するオフセット補正量Doffの特性データを予め記憶しており、換算回路60から指令された転送経路長TLに対応した補正量Doffを読み出し可能になっている。オフセット・メモリ61から読み出されたオフセット・データDoffは加算器19に送られる。その他の構成は第1実施例と同様である。

【0056】このため、本実施例によれば、画素位置毎に補正量を変えた、より高精度なオフセット補正が実施され、電荷の転送残しの違いに起因した空間分解能の低下やS/N比の低下を防止でき、補正ばらつきの少ない高画質の透視像を得ることができる。

【0057】(第6実施例)また、第6実施例を図14～図16に基づいて説明する。

【0058】この第6実施例は補正量の収集時期の改善に関し、前述した図22に示すような画素値依存域Rpを持たない補正量特性の固体撮像素子に適用可能である。

【0059】この実施例に係るX線診断装置は、図14の如く、コントローラ23及び駆動回路16から出力される撮像時間情報S time及び画素アドレス信号Saを入力するオフセット・データ生成回路70と、コントローラ23からのスイッチ切換信号S2に応じて切り換わる2つの切換端a、bを有する電子スイッチ71とを備えている。電子スイッチ71は、固体撮像素子18の出力側におけるA/D変換器18及び加算器19とオフセット・データ生成回路70との間に介挿されている。つまり、電子スイッチの共通端cはA/D変換器18の出力端に、一方の切換端aは加算器19の一方の入力端に各々接続されているとともに、もう一方の切換端bはオフセット・データ生成回路70に至る。この電子スイッチ71は、スイッチ切換信号S2がオンのとき切換端b側に、オフのとき切換端a側に切り換わる。

【0060】オフセット・データ生成回路70は、撮影時間情報S timeを入力して対応する係数C timeを出力する係数メモリ31と係数C timeを一方の入力とする2入力の乗算器32とを備えるとともに、画素アドレス信号Saを入力するオフセット・メモリ72とを備えている。このオフセット・メモリ72にはさらに、コントロ

ーラ23から該メモリ72への書込みモード及び該メモリ72からの読出しモードを制御する書込/読出制御信号S<sub>wr</sub>が供給されるようになっている。この書込/読出に対応して、オフセット・メモリ72のデータ書込入力端には前記電子スイッチの切換端bを介して画像データDiが入力する一方で、データ読出し端は前記乗算器32のもう一方の入力端に至る構成となっている。

【0061】コントローラ23は、オフセット・データ生成回路70に対して、撮像モードに応じた撮像時間情報S timeを出力するとともに、スイッチ切換信号S2のオン(切換端b側)、オフ(切換端a側)に同期してオン(書込時)、オフ(読出時)となる書込/読出制御信号S<sub>wr</sub>を出力するようになっている。このコントローラ23は、撮影モードに応じて、例えば図16に示す如くX線曝射及びオフセット補正を実施するようになる。

【0062】その他の構成は第2実施例と同様である。

【0063】本実施例の動作を図16に基づいて説明する。ある撮像モード1(例えば短時間露光モード)においてX線が曝射されない状態のときは常に、スイッチ切換信号S2及び書込/読出制御信号S<sub>wr</sub>がオンに設定されている(図16(d)(e)参照)。これにより、電子スイッチ71のスイッチ経路は切換端b側になっているので、A/D変換器18の出力端がオフセット・メモリ72に接続され、オフセット・メモリ72には常に直前の、即ち1フレーム前の画像データDiがオフセット・データとして定期的に書き込まれる。これにより、オフセット・メモリ72のオフセット・データはフレーム毎に更新され、最新のデータとなっている。

【0064】いま、時刻t<sub>1</sub>にて撮像モードがモード2(例えば長時間露光モード)に指令されたが、X線曝射は未だ指令されていないとする(同図(f)参照)。これにより、フレーム信号VDの間隔が変更され(例えば長くなる:同図(a)参照)、この新しい撮像時間に係るフレーム毎に、1フレーム遅れで最新のオフセット・データがオフセット・メモリ72に書き込まれる(例えばフレームF<sub>n</sub>での画像データDiがオフセット・データとして、次フレームF<sub>n+1</sub>で書き込まれる)。

【0065】この状態で、時刻t<sub>1</sub>にて、X線曝射開始を指示するX線曝射信号S1がオンになると(同図

(a)参照)、次フレームF<sub>n+1</sub>の開始時刻t<sub>11</sub>で実際のX線曝射が開始された後(同図(c)参照)、X線曝射信号S1のオンに該当するフレームF<sub>n</sub>の画像データDiがオフセット・メモリ72に書込み完了した時刻t<sub>11</sub>にて、今度は、スイッチ切換信号S2及び書込/読出制御信号S<sub>wr</sub>が共に同期してオフに立ち下がる(同図(d)(e)参照)。この結果、電子スイッチ72のスイッチ経路は反対の切換端a側に変わり、且つオフセット・メモリ72が読出し状態に変わる。

【0066】これにより、オフセット・メモリ72から

は画素アドレス信号 $S_a$ に対応した画素の、最新のオフセット・データ $D_{off}^*$ が読み出され、このデータ $D_{off}^*$ に、その時点の撮影時間情報 $S_{time}$ に応じた係数 $C_{time}$ が掛け算されて、最終のオフセット・データ $D_{off}$ が演算される。いま、 $A/D$ 変換器18の変換データ $D_i$ は加算器19に供給されているから、その変換データ $D_i$ に最新のオフセット・データ $D_{off}$ が加算又は減算される。このオフセット補正は画素毎に行われる。

【0067】この後、時刻 $t_i$ でX線曝射信号 $S_2$ がオフになると、これに同期して実際のX線曝射も終了する。しかし、スイッチ切換信号 $S_2$ 及び書込／読出制御信号 $S_{w/r}$ のオフの状態は、その曝射終了に係るフレームの画像データが固体撮像素子13aから出力される次フレームまで維持され、撮像モードに応じてオフセット補正されたX線画像がCRT22に表示される。

【0068】そして、画像処理のフレームが終わる時刻 $t_i$ で、スイッチ切換信号 $S_2$ 及び書込／読出制御信号 $S_{w/r}$ がオンに立ち上げられ、前述したように、最新の画像データ $D_i$ がオフセット・データとしてオフセット・メモリ72に逐次、書き込まれる。

【0069】このように、画素値依存域を持たない固体撮像素子の場合、光学像を入射させない撮像直前のタイミングで収集したオフセット・データを利用することができ、撮像時間が変わっても、その撮像時間の長短に対応したばりアルタイムのオフセット補正を行うことができる。この結果、精度の高いオフセット補正を実施できる一方で、撮像が実際に行われるときの固体撮像素子の温度下で補正量を収集しているので、前述したような固体撮像素子の温度に応じた補正は不要になり、素子構成及び補正処理が簡単になるという利点がある。

【0070】(第7実施例)さらに、第7実施例を図17及び図18に基づいて説明する。この第7実施例はオフセット補正量 $D_{off}$ の絶対値が大きい場合の対策に関する。

【0071】前述したように撮像時間、素子温度、画素値、画素位置に応じてオフセット補正量 $D_{off}$ を修正する手法は非常に優位性の高いものであるが、僅かながら誤差を含むこともある。この修正誤差の割合が僅かであっても、オフセット補正量 $D_{off}$ の絶対値が大きければ、補正された画像データ「 $D_i + D_{off}$ 」には相当の誤差が残ることがあり、そのような場合、アーチファクトの原因にもなる得る。そこで、本実施例はオフセット補正量 $D_{off}$ の絶対値が大きい場合でも、アーチファクトの少ない画像を提供することを、目的とする。

【0072】図17に示すX線診断装置は、駆動回路16からの画素アドレス信号 $S_a$ 及びオフセット・データ生成回路30からのオフセット補正量 $D_{off}$ を入力させ、置換画素アドレス $S_{a^*}$ を決める置換アドレス決定回路80と、加算器19及び $D/A$ 変換器21の間に介挿され、決定した置換画素アドレス $S_{a^*}$ の画素値を置

換する置換回路81とを備えている。

【0073】置換アドレス決定回路80は図18に示す如く、オフセット補正量 $D_{off}$ の絶対値を演算する絶対値回路82と、この絶対値回路82の出力と予め定めたオフセット補正量の基準値 $D_e$ とを比較する比較器83と、比較器83の比較結果を受けて開閉するゲート回路84とを有する。比較器83はオフセット補正量 $D_{off}$ の絶対値が基準値 $D_e$ 以下のときは、その出力をオフに維持するが、基準値 $D_e$ を越えたときはオンに立ち上げる。ゲート回路84は比較器83の出力がオフの間、開(オフ)となり、画素アドレス信号 $S_a$ を遮断するが、比較器84の出力がオンのとき、閉(オン)となり、画素アドレス信号 $S_a$ を通過させる。この結果、比較器83の出力がオンになる画素アドレスのとき、ゲート回路84からその時点の画素アドレス信号 $S_a$ が置換画素アドレス $S_{a^*}$ として置換回路81に供給される。

【0074】置換回路81はデータレジスタ、書込・読出回路などを有し、置換画素アドレス $S_{a^*}$ が指令されたときの画素値を、例えば隣接1画素の画素値で置換する。この置換としては、隣接する複数の画素の画素値から平均値を演算し、その平均値で置換する手法も採用できる。置換回路81は、置換画素アドレス $S_{a^*}$ が指令されないときは、加算器19の出力、即ちオフセット補正された画像データ「 $D_i + D_{off}$ 」をそのまま次段の $D/A$ 変換器21に供給する。

【0075】その他の構成及び機能は、第2実施例のものと同一である。

【0076】このように、オフセット・データ生成回路30で生成されたオフセット補正量 $D_{off}$ の絶対値が基準値 $D_e$ を上回るときには、その画素アドレスが置換アドレス決定回路80により自動的に決定される。かかる画素アドレスの画像データは、置換回路81にて隣接画素との関連において画素値が置換され、比較的大きなオフセット誤差が含まれている恐れのある画素値が的確に処理される。この結果、アーチファクトの少ない画像を提供できるとともに、暗時出力の補正に対して、加算(減算)によるオフセット補正と置換とにより二重の防止策が施され、その信頼性が極めて高くなる。

【0077】なお、この実施例では、補正量 $D_{off}$ の絶対値が基準値より大きいか否かに関わらず、一度、加算(減算)によるオフセット補正を行った後に、必要に応じて、置換を行うようにしたが、オフセット・データ生成回路30と加算器19との間にスイッチング回路を介挿し、補正量 $D_{off}$ の絶対値が基準値より大きいときには加算(減算)によるオフセット補正を行わないようにすることもできる。

【0078】また、上記実施例は撮像時間をオフセット補正のパラメータとしたが、事前に収集した画素毎の暗時出力(第1実施例)、固体撮像素子の温度(第3実施例)、画素値(第4実施例)、及び画素位置(第5実施



例)についても同様に実施できる。

【0079】上記第7実施例の変形例を図19に示す。同図に示すように、このX線診断装置は、前述した置換アドレス決定回路80に代えて、画素アドレス信号Saのみが供給される置換情報メモリ86を備えている。この置換情報メモリ86には、本装置の出荷時など、装置使用時よりも前に、画像データを置換する必要があるアドレスが測定され、その置換アドレスが書き込まれている。このため、画素アドレス信号Saが、記憶した置換アドレスに該当するとき、置換情報メモリ86から置換指令信号Scd=オンが置換回路81に送られ、前述したと同様に画像データが置換される。画素アドレス信号Saが、記憶した置換アドレスに該当しないときは、置換指令信号Scd=オフとなり、置換動作は実施されない。このように機能させることで、より簡単な構成で置換動作が可能となる。

【0080】(第8実施例)さらに第8実施例を図20に基づいて説明する。この実施例はオフセット補正機構の取付け位置に関する。

【0081】図20に示すX線診断装置は、第1実施例に係る図1記載のもののオフセット補正機構の位置を変更したものである。具体的には、TVカメラ13の出力側とCRT22との間に、増幅器17、2入力のアナログ型加算器90、増幅器91、A/D変換器92、デジタル処理回路93、及びA/D変換器21を、この順に介挿している。一方、オフセット補正量Doffを読み出すオフセット・メモリ20の読出し側は、別のD/A変換器94及び増幅器95をこの順に設け、増幅器95の出力端を上記加算器90に接続している。

【0082】これにより、画素アドレス信号Saに対応して読み出されたデジタル量のオフセット補正量DoffはD/A変換器94によりアナログ量に変換された後、加算器90に至る。加算器90にはアナログ量のままの画像データが画素毎に供給されているので、加算器90ではアナログ量のオフセット補正「 $D_i + D_{off}$ 」が実施される。この補正結果はその後、A/D変換器92でデジタル量に戻された後、デジタル処理回路93で必要なデジタル処理に付される。その後、画像データはD/A変換器21でアナログ量の画像信号に戻され、CRT22で表示される。

【0083】このようにオフセット補正を、デジタル量に変換する前に、アナログ量のまま実施することで、A/D変換器92のビット長を全て有効に画像データ分として利用することができ、前述したような、ビット長がオフセット補正に取られて、有効な有効なビット長が減少するという問題を回避できる。

【0084】なお、この実施例は、出荷時などに収集した画素毎のオフセット・データDoffに基づいてオフセット補正する構成に限定されることがなく、撮像時間に基づくオフセット補正(第2実施例)、固体撮像素子の温

度に基づくオフセット補正(第3実施例)、画素値に基づくオフセット補正(第4実施例)、画素位置に基づくオフセット補正(第5実施例)、置換によるオフセット補正(第7実施例)についても同様に実施できる。

【0085】なおまた、上記第2～第5実施例ではオフセット補正のパラメータ(撮像時間、素子温度、画素値、画素位置)を個別に設定したものについて実施した例を説明したが、これらのパラメータ、即ち撮像時間、素子温度、画素値、画素位置の内、任意のものを適宜組み合わせたパラメータとし、それについて実施してもよい。またそれらのパラメータに係るオフセット補正と、置換によるオフセット補正とを適宜組み合わせる実施してもよい。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、固体撮像素子の暗電流に起因したオフセット量を、その補正量が画素値依存域があるか否かに応じて適宜な態様(例えば、画素値依存域がある場合、出荷時などに予め測定した画素毎のオフセット補正量で補正する態様、撮像時間、固体撮像素子の温度、画素値、画素位置の各パラメータの内、任意の一つ又は任意の組み合わせで補正量を変更する態様、画素値が所定レベル以上あるときには画素値自体を置換する補正を付加する態様、アナログ量のままオフセット補正を行ってからデジタル量に変換する態様など。画素値依存域が無い場合、暗時出力データ(補正データ)で画素毎に補正する態様、撮像の直前に収集した暗時出力データ(補正データ)を撮像時間に基づいて変更する態様、画素値が所定レベル以上あるときには画素値自体を置換する補正を付加する態様、アナログ量のままオフセット補正を行ってからデジタル量に変換する態様など)で補正することとしたので、補正残しや補正ばらつきを著しく減らして空間分解能を上げるとともに、アーチファクトの減少によりS/N比を向上させた高品質の画像を得ることができ、また画像から得られる情報の低下を防止でき、さらにはA/D変換器のビット長を有効に利用し、画像のダイナミックレンジを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】この発明の第2実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図3】第2実施例におけるオフセット・データ生成回路を示すブロック図。

【図4】撮像時間と係数の定性的な関係を説明するグラフ。

【図5】オフセット・データ生成回路の他の例を示すブロック図。

【図6】この発明の第3実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図7】第3実施例におけるオフセット・データ生成回路を示すブロック図。

【図8】固体撮像素子の温度と係数の定性的な関係を説明するグラフ。

【図9】この発明の第4実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図10】第4実施例におけるオフセット・データ生成回路を示すブロック図。

【図11】画素値と係数の定性的な関係を説明するグラフ。

【図12】この発明の第5実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図13】転送経路長とオフセット補正量の定性的な関係を説明するグラフ。

【図14】この発明の第6実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図15】第6実施例におけるオフセット・データ生成回路及びオフセット・データの取り込みを示すブロック図。

【図16】第6実施例の動作を説明するタイミングチャート。

【図17】この発明の第7実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図18】第7実施例のオフセット・データ生成回路及び置換アドレス決定回路のブロック図。

【図19】第7実施例の変形例に係るオフセット・データ生成回路及び置換アドレス決定回路のブロック図。 \*

\*【図20】この発明の第8実施例に係るX線診断装置の概略構成を示すブロック図。

【図21】温度、蓄積時間などの条件をパラメータとしたときの、画素値の変分を説明するグラフ。

【図22】画素値依存域を説明するための、画素値-変分(補正量)の特性図。

【符号の説明】

13 TVカメラ

13a 固体撮像素子

16 駆動回路

18 A/D変換器

19 加算器

20 オフセット・メモリ

23 コントローラ

30、40、50、70 オフセット・データ生成回路

34 オフセット・メモリ回路

39 温度センサ

60 経路長換算回路

61 オフセット・メモリ

71 電子スイッチ

80 置換アドレス決定回路

81 置換回路

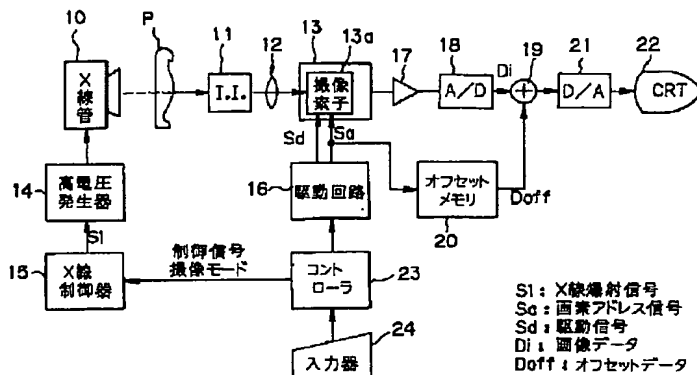
86 置換情報メモリ

90 加算器

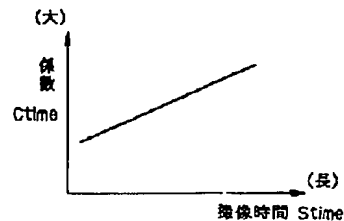
92 A/D変換器

94 D/A変換器

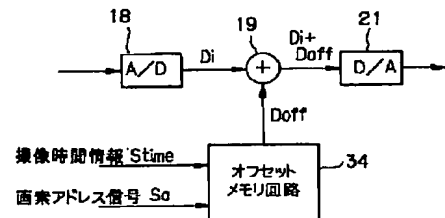
【図1】



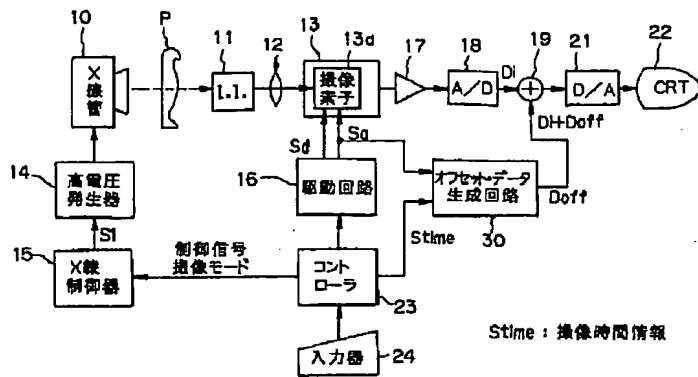
【図4】



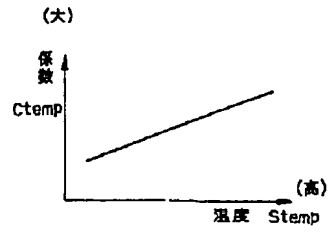
【図5】



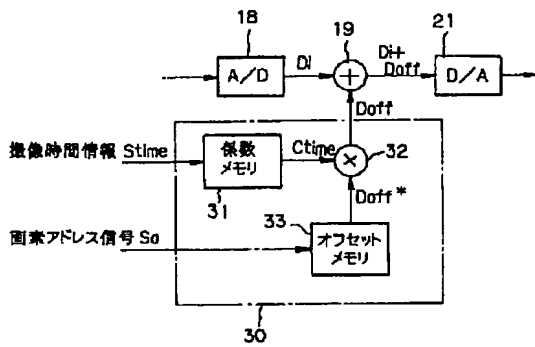
【図2】



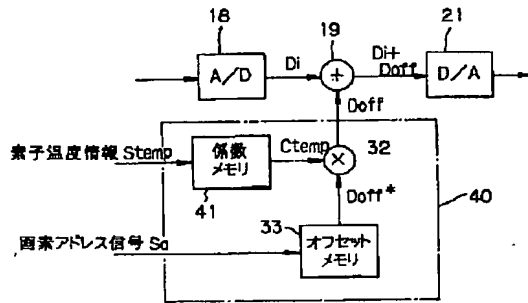
【図8】



【図3】

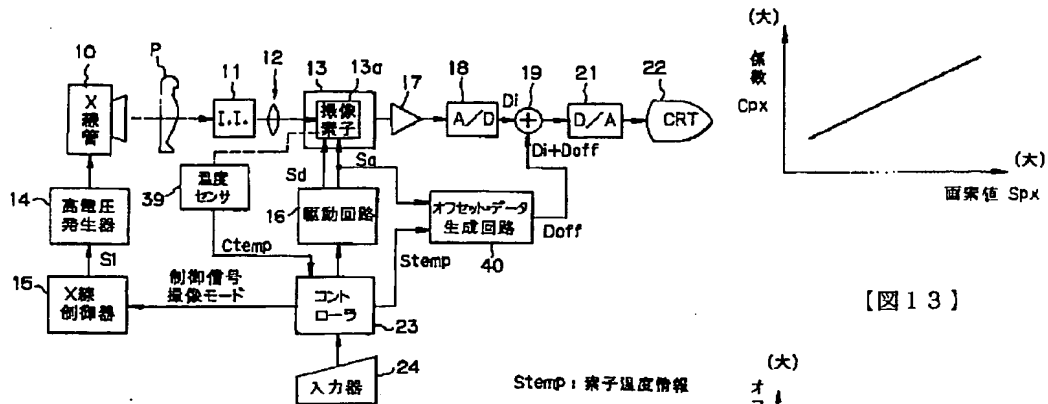


【図7】

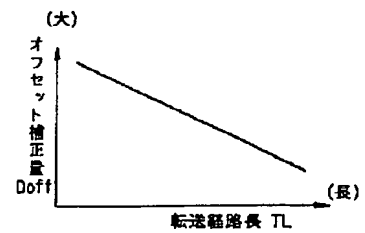


【図11】

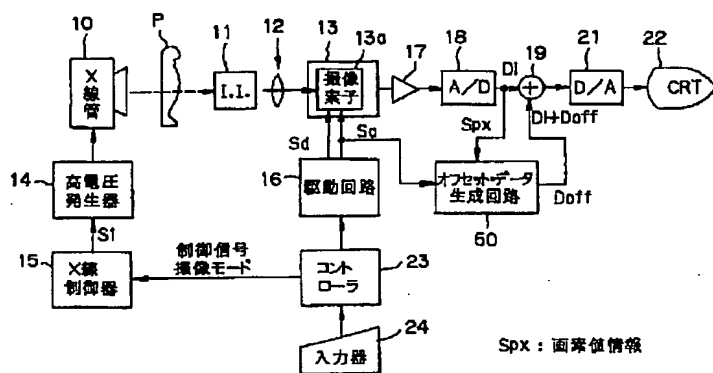
【図6】



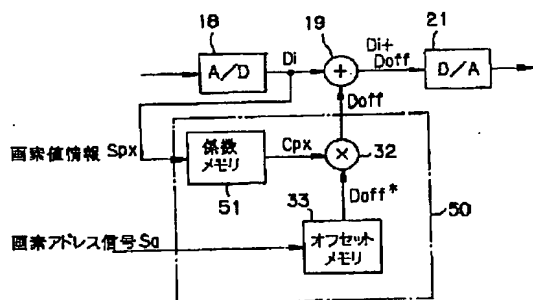
【図13】



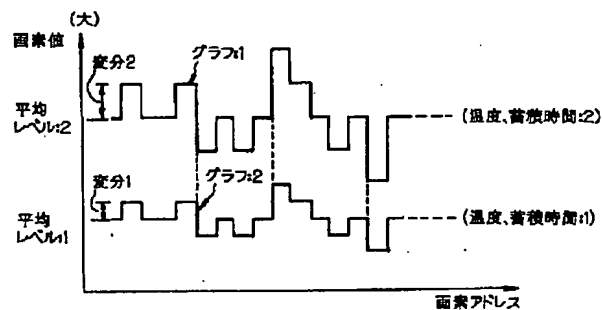
【図9】



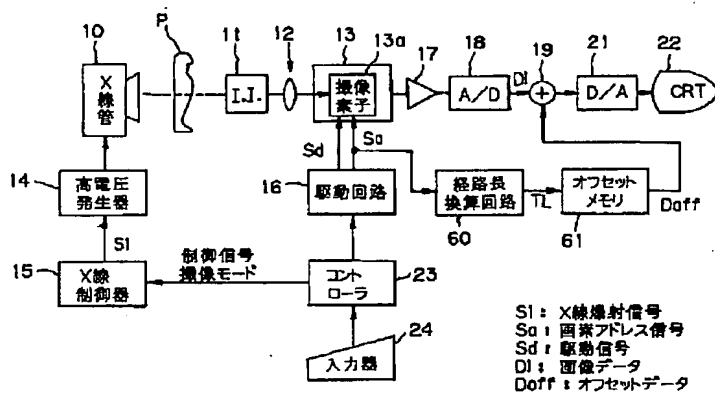
【図10】



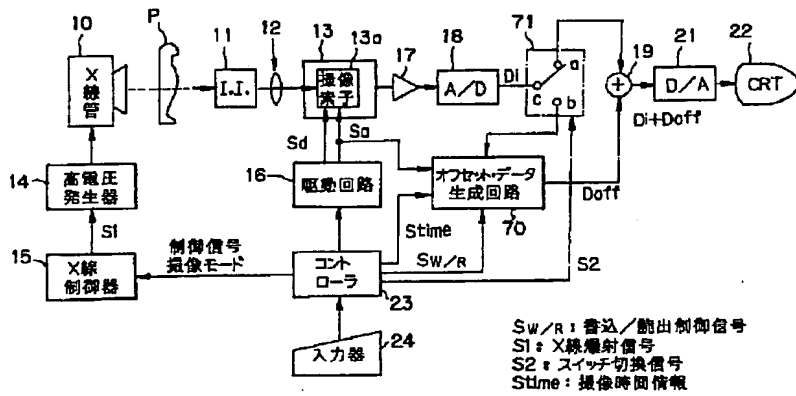
【図21】



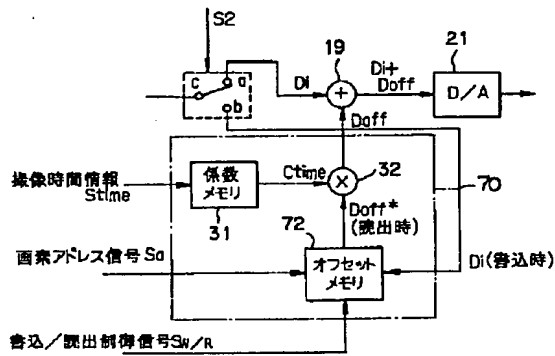
【図12】



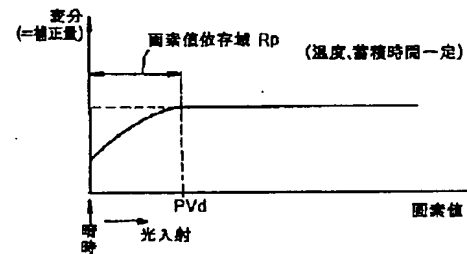
【図14】



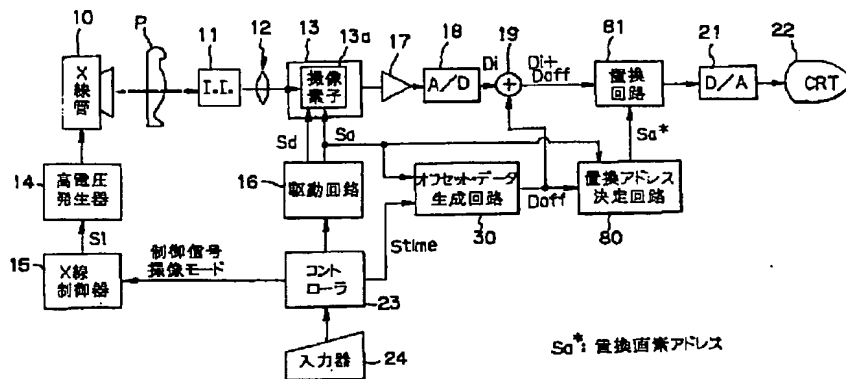
【図15】



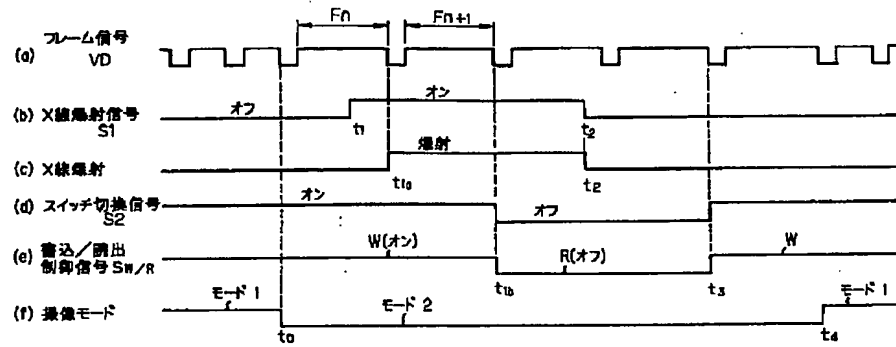
【図22】



【図17】



【図16】



【図18】

